

Tema 4. Origen de la vida y evolución de las especies.

1. Los seres vivos.

- Para entender cómo surge la vida en nuestro planeta hemos de tener claro que requiere un ser para considerarse vivo.
- Un ser es un ente que existe. Distinguimos dos tipos: seres inertes (roca, estatua, mesa, etc.) y seres vivos.
- Los seres vivos poseen las siguientes características:
 1. Están compuestos por materia orgánica, y por tanto con un grupo limitado de tipos de moléculas.
 - Biomoléculas orgánicas. Son exclusivas de los seres vivos.
 - Hidratos de carbono, azúcares o glúcidos.
 - Lípidos.
 - Proteínas.
 - Ácidos nucleicos: ADN, ARN.
 - Biomoléculas inorgánicas. También aparecen en seres inertes.
 - Agua.
 - Sales minerales.
 2. Están formados por células. Distinguimos seres unicelulares y pluricelulares. Existen dos tipos de organización celular procariota y eucariota.

Ejercicio. Indica sus principales diferencias.

Actualmente los seres vivos se clasifican en cinco grandes reinos.

Ejercicio. Repasa sus características e indica que seres incluyen.

3. Realizan las funciones vitales.
 - Nutrición. Incorporar materia del exterior para transformarla. Con el fin de obtener energía, crecer y renovar estructuras.
 - Relación. Captar los cambios del entorno y responder de manera adecuada para poder sobrevivir. (Huir, obtener alimento, etc).
 - Reproducción. Formar réplicas o copias de sí mismos.

Ejercicio. Repasar las diferencias entre los principales tipos de nutrición y reproducción.

2. Las primeras teorías.

- El origen de la vida ha preocupado siempre al ser humano. A lo largo de la historia ha sido explicado por la religión, la filosofía y la ciencia.

2.1. El creacionismo.

- Las teorías creacionistas indican que la vida tiene un origen sobrenatural y que todo lo que existe ha sido creado por uno o varios dioses. Este planteamiento no tiene cabida en el ámbito científico pues pertenece al campo de las creencias personales.
- La ciencia sólo se ocupa de crear hipótesis comprobables aplicando las leyes de la física y de la química.
- A pesar de todo, incluso hoy día, los creacionistas intentan implantar su teoría del “diseño inteligente” según la cual el Universo y todo lo que contiene es demasiado perfecto para ser consecuencia del azar y no contar con la intervención de un ser superior.

2.2. La generación espontánea.

- La vida surge espontáneamente a partir del lodo, del agua, por combinación de los cuatro elementos, etc.
- Fenómenos como “el pan ha criado moho” o “la carne produce gusanos”, pueden apoyar esta teoría.
- Fue ideada por Aristóteles en el S. II a. d. C. y refutada por Pasteur a mediados del S. XIX. Para ello esterilizó un caldo de cultivo en un matraz con el cuello curvado para impedir la entrada de cualquier tipo de microorganismo y comprobó que no aparecía nada en el matraz.

2.3 La Panspermia.

- La vida llegó a la Tierra procedente de otro planeta en un meteorito.
- Posee múltiples detractores pues se considera imposible que algo vivo pudiera soportar las radiaciones externas y el impacto con la atmósfera.
- Además no explica como surgiría la vida en esos hipotéticos “otros planetas”.

- La variante de la panspermia dirigida indica que fue “sembrada” por seres inteligentes de sistemas planetarios remotos.

3. La teoría de Oparín.

- En 1924 el bioquímico ruso Alexander Oparín propone por primera vez una teoría que explica el origen de la vida desde una óptica totalmente científica.
- Para ello hemos de tener en cuenta que esta surge debido a la interacción de un conjunto de reacciones físico-químicas. Su teoría diferencia dos fases: evolución química y evolución biológica.

3.1. Evolución química.

- La Tierra se formó hace 4.500 m.a. Hace 3.800 m.a. aparecieron las primeras moléculas orgánicas.
- La atmósfera primitiva era de carácter reductor y se formaba de H_2 , CH_4 , NH_3 , CO , CO_2 y vapor de agua.
- La temperatura ambiental era muy alta (en torno a los $80^\circ C$) debido a la fuerte radiación (aún no existía la capa de ozono) y la intensa actividad volcánica.
- Las descargas eléctricas de las múltiples tormentas hicieron reaccionar estas moléculas formándose compuestos orgánicos sencillos como aminoácidos, bases nitrogenadas o ácidos grasos. Tales moléculas caían a los océanos donde se forma la llamada “sopa primitiva”.
- Estas moléculas pequeñas reaccionan y forman polímeros más complejos. Surgieron así pequeñas proteínas y pequeños ácidos nucleicos que podía replicarse.
- Cuando éstos se rodearon de pequeñas vesículas lipídicas se formaron los coacervados o precursores de las primeras células.
- En 1952 el experimento de Miller y Urey confirma esta teoría. Tal experimento reproduce las condiciones de la atmósfera primitiva y consigue sintetizar moléculas orgánicas.

Dibujo.

- Un lugar donde actualmente existen unas condiciones muy semejantes a las indicadas es el manantial Gran Prismatic Spring en el parque nacional de Yellowstone.

3.2. Evolución biológica.

- Los coacervados podían:
 - Mantener un comportamiento aislado e incorporar material del exterior para crecer. Nutrición.
 - Responder a cambios en el entorno aumentando o reduciendo su tamaño. Relación.
 - Fragmentarse aportando copias del ácido nucleico primitivo. Reproducción. (Probablemente ARN).
- Pueden considerarse estructuras vivas y por tanto protobiontes precursores de las células primitivas.
- Dichas células serían semejantes a las actuales bacterias, heterótrofas y anaerobias (no existía el O_2) y a partir de ellas se generan los demás tipos.

4. La diversificación inicial.

- Las primeras células crecen al consumir las moléculas orgánicas existentes en la sopa primitiva.
- Cuando el alimento se agota algunas adquieren la capacidad de fagocitar y comienzan a devorarse unas a otras.
- Accidentalmente algunas desarrollan la capacidad de crear materia orgánica como el CO_2 . Surgen así los primeros autótrofos fotosintéticos.
- La liberación de O_2 implica el predominio de las aerobias y el cambio de la composición de la atmósfera. Consecuentemente se forma la capa de ozono.
- Esta diversidad de grupos bacterianos permite la aparición de células más complejas y se sitúan hace 2.000 m.a.

5. La teoría endosimbiótica.

- Es la más aceptada actualmente para explicar cómo surgen las células eucariotas. Fue propuesta por Lynn Margulis en 1967.
- Un procariota de gran tamaño pudo engullir en distintos momentos a otros procariotas, que en lugar de ser digeridos, sobrevivieron en simbiosis en el interior de su captora y terminaron constituyendo distintos orgánulos con funciones concretas.
- La invaginación de la membrana plástica rodeando el material genético podría explicar la aparición del núcleo y del retículo endoplásmico.
Dibujo.
- La endosimbiosis se basa en que las mitocondrias y los cloroplastos presentan los siguientes rasgos:
 - Tamaño y forma similares a las bacterias.
 - Ribosomas semejantes a los procariotas.
 - ADN propio circular, como en las bacterias actuales, y enzimas para transcribirlo a ARN y traducirlo a proteínas.
- Posteriormente las células eucariotas se asociaron en colonias. Tras producirse una diferenciación celular, que llevó a la aparición de tejidos, se inicia el camino evolutivo hacia la formación de organismos pluricelulares.

6. La diversidad actual.

- Actualmente se conocen $1,2 \times 10^6$ de especies animales, más de 400.000 de vegetales y pueden existir millones de especies microbianas.
- Para explicar esta diversidad se establecen dos puntos de vista: fijismo y evolucionismo.

6.1. Fijismo.

- Las especies han permanecido inmutables desde su creación.
- Vinculado al creacionismo.
- Algunos filósofos griegos tuvieron una visión dinámica de la naturaleza. Tal era el caso de Anaximandro que manejaba ideas revolucionarias para su época, tales como :

- Los animales surgen en el agua y pasan a la tierra.
- El hombre se origina a partir de criaturas distintas.
- A pesar de todo Platón y Aristóteles imponen su imagen fijista que se incorpora al pensamiento cristiano y perdura en el mundo occidental hasta el siglo XIX.
- Explica la existencia de fósiles como el resultado de catástrofes naturales y la sucesión de distintos procesos de creación, por ejemplo el diluvio universal.
- El fijista más importante fue Linneo que en el S. XVIII propone su sistema de clasificación natural, mediante el cual:
 - Establece grupos taxonómicos que agrupan seres con más o menos semejanzas.
 - Instauro la nomenclatura binomial o nombre científico formado por dos palabras en latín.

Ejem: Perro / Abeto.

Reino: Animal / Plantas.
 Filo: Cordados / Gimnospermas.
 Clase: Mamíferos / Coníferas.
 Orden: Carnívoros / Pinales.
 Familia: Cánidos / Pináceas.
 Género: Canis / Abies.
 Especie: Canis domésticus / Abies alba.

- Sin querer mostró relaciones de parentesco que permitían detectar secuencias evolutivas.

6.2. Evolucionismo.

- Todas las especies se forman a partir de un origen común adquiriendo niveles organizativos superiores.
- En el S. XIX supuso una revolución científica y originó múltiples controversias.
- Hoy día está establecido de forma definitiva y la ciencia sólo estudia sus causas y mecanismos en lugar de cuestionar su evidencia.

- El estudio de los fósiles inducía a pensar en cambios sufridos por los organismos a lo largo del tiempo.

7. La teoría de Lamarck.

- Primera teoría evolutiva publicada en 1.809. Se basa en los siguientes principios:
 - 1. Todos los organismos poseen un impulso interior que les lleva instintivamente hacia una mayor perfección y complejidad.
 - 2. El medio ambiente cambia y provoca nuevas necesidades, esto hace que los individuos usen más órganos y dejen de utilizar otros (pueden incluso atrofiarse), “la función crea al órgano”.
 - 3. Los cambios adquiridos a lo largo de la vida del individuo se mantienen y se transmiten a la descendencia. A este punto se le denomina ley de los caracteres adquiridos.
- Hoy el Lamarckismo no se acepta en absoluto pues sabemos que sólo se pueden heredar aquellas características que afectan a los genes y no las diferencias fenotípicas adquiridas.

8. La teoría de Darwin.

- Publicada por Charles Darwin en 1.859, en su obra “El origen de las especies”. En la misma época Alfred Russell Wallace llegó a las mismas conclusiones.
- Está basada en la selección natural y es primordial en las teorías actuales. Sus postulados son los siguientes:
 - 1. Nacen más individuos de los que pueden sobrevivir pues los recursos son limitados. Esto implica una lucha por la supervivencia.
 - 2. Todas las especies poseen variabilidad pues se observan diferencias entre los individuos. Estas diferencias son congénitas (se nace con ellas) por lo que se pueden transmitir a la descendencia.

- 3. Las condiciones ambientales provocan que unos individuos sobrevivan con mayor facilidad, mientras que otros resultan perjudicados. Es el propio ambiente el que determina si una diferencia es favorable o perjudicial. Es la naturaleza la que selecciona.
- 4. La selección natural permite a unos individuos reproducirse y transmitir sus caracteres a la descendencia, mientras que otros son eliminados. De esta forma determinados grupos cambian y forman especies nuevas.
- Esta teoría es muy convincente pero no explica la causa de la variabilidad.

9. La teoría actual. Neodarwinismo.

- Amplía la teoría de Darwin con los conocimientos aportados por la Genética.
- También se denomina teoría sintética de la evolución. Fue configurada en los años 40 del siglo pasado.
- Explica el origen de la variabilidad:
 - Las mutaciones.
 - La reproducción sexual.
 - La recombinación en la meiosis (imposibilidad de formación de gametos idénticos).
- Indica que la selección natural “escoge” las mutaciones favorables aumentando su frecuencia en la población, dando lugar a una adaptación o cambio evolutivo.
- Este cambio es lento y lleva a acumular grandes diferencias en determinados grupos. Tal cambio se denomina especiación y conduce a la formación de nuevas especie.

MUTACIÓN – VARIABILIDAD - SELECCIÓN NATURAL – ESPECIACIÓN – EVOLUCIÓN.

10. La aparición de nuevas especies.

- Una especie es un grupo de individuos con características semejantes (anatómicas, fisiológicas, ecológicas, etc.) que pueden reproducirse entre sí originando una descendencia fértil.

- Recibe el nombre de especiación.
- En el proceso evolutivo distinguimos dos mecanismos que concluyen con la aparición de nuevos grupos de individuos.

10.1. Microevolución.

- Variaciones dentro de la misma especie.
- Aparición de especies próximas (muy parecidas).
- Pequeñas modificaciones.

Ejem: Distintas especies de pinzones en las Islas Galápagos.

Distintos tipos de mariposas del abedul.

10.2. Macroevolución:

- Aparición de nuevos grupos taxonómicos y extinción de otros.
- Grandes cambios ambientales.
- Catástrofes o extinciones masivas.

Ejem: Aparición de la aves a partir de los reptiles.

Extinción de los dinosaurios.

Ejercicio. Investiga y redacta un informe de unas 15 líneas explicando como tuvieron lugar cada uno de los anteriores fenómenos.

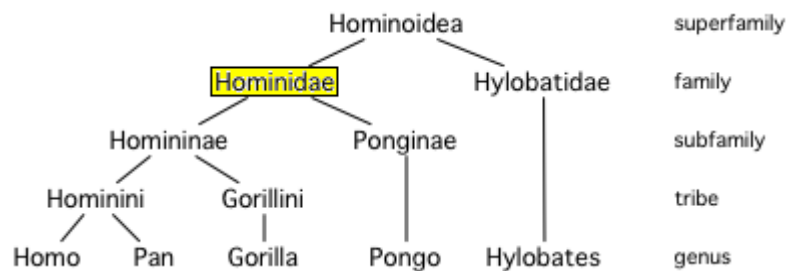
- La coexistencia de estos dos procesos es la base de la teoría del equilibrio interrumpido también llamado mutualismo, propuesta por los paleontólogos estadounidenses Gould y Eldredge y actualmente una de las teorías evolutivas de mayor trascendencia.
- Indica que la selección natural es responsable de la adaptación, entendida como un proceso gradual y continuo, pero en la aparición de especies nuevas también hemos de considerar otros fenómenos de carácter puntual y violento.
- La clasificación taxonómica de nuestra especie nos indica con que seres estamos emparentados.
- En la especiación distinguimos tres fases:
 - Acumulación de diferencias.
 - Variabilidad genética.
 - Selección natural.
 - Aislamiento geográfico/ambiental.
 - Barreras (mares, cordilleras, etc.)
 - Cambios climáticos, etc.

- Aislamiento reproductor. Cuando individuos de grupos distintos ya no pueden reproducirse se ha formado una especie nueva.

11. Las pruebas de la evolución. Anaya. Páginas 44-45.

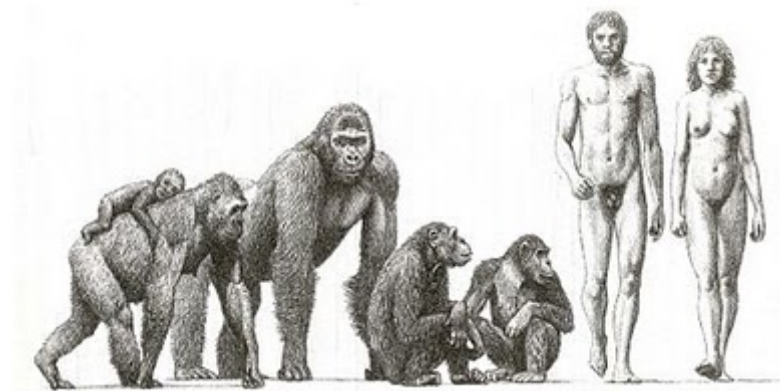
12. La evolución del ser humano.

- La clasificación taxonómica de nuestra especie nos indica con que seres estamos emparentados.
 - ReinoAnimal
 - Filum.....Cordados.
 - Clase.....Mamíferos.
 - Orden.....Primates.
 - Familia.....Homínidos.
 - Género.....Homo.
 - Especie.....Homo sapiens.
- Los primates son mamíferos arborícolas con cinco dedos, un patrón dental común (semejante al humano) y un esqueleto con articulaciones muy desarrolladas.
- Otras características son el pulgar oponible, tener uñas en lugar de garras y poseer hemisferios cerebrales bien desarrollados. Se conocen unos 150 géneros aunque 2/3 partes están extinguidos. Incluye lémures, monos, orangutanes etc.
- Estudiaremos un poco más a fondo la familia Homínidos en la cual se incluye nuestra especie y nuestros parientes más cercanos.
- Tradicionalmente esta familia se formaba exclusivamente por animales bípedos e incluía géneros como *Australopithecus*, *Paranthropus* y *Homo*, único género existente en la actualidad.
- Hoy día se la considera formada por cuatro géneros e incluye también a los grandes simios. Esto nos muestra nuestro origen real y se aleja de la visión excesivamente antropocéntrica existente hasta hace poco.
- Estos géneros son: Pongo (orangután), Gorilla (gorila), Pan (chimpancé) y Homo (ser humano). El árbol evolutivo de tal familia es el que aparece a continuación.



- Según esto el primate más cercano al hombre es el chimpancé y actualmente el ser viviente con el que se presenta mayor similitud.
- En antropología y paleontología se considera homínidos a primates que:
 - Se desplazan siempre en posición bípeda.
 - Poseen un paladar en forma de U, con arco dentario redondeado, dientes pequeños y caninos poco desarrollados.
 - El cráneo alberga un voluminoso cerebro. Esto implica una dieta alimenticia de alto contenido energético y las adaptaciones locomotrices y digestivas que esto supone.
- Los homínidos aparecen en África, hará unos 7 m.a., debido a un cambio climático por el que las selvas se hacen menos densas y aparecen grandes extensiones de jungla y sabana lo cual obliga a un grupo al abandono del medio arborícola y a la colonización del medio terrestre.
- Las principales especies prohumanas son:
 - **Ardipithecus ramidus**. Es el más antiguo conocido y existen fósiles con edad de unos 4,5 m.a., se duda que fuera totalmente bípedo.
 - **Australopithecus anamensis**. Aspecto simiesco pero bípedo y con esmalte dental grueso que le permite ingerir alimentos más duros. Aparece hará unos 4,2 m.a.
 - **Australopithecus afarensis**. Surge hará unos 4 m.a. Poseen una cresta ósea en el eje del cráneo, pelvis y extremidades inferiores de aspecto humano y capacidad cerebral semejante a la de un chimpancé.

- **Australopithecus africanus.** Surge aproximadamente hace 3 m.a. y origina el género Homo en África.
- **Paranthropus.** Es un género de constitución más robusta que aparece hará unos 2,8 m.a. y se extingue sin salir de África.
- La evolución del género Homo es la siguiente:
 - **Homo habilis.** Aparece en Tanzania, poseen una dieta variada y comienzan a perder parte del pelo corporal. En el registro fósil se extiende de 2,4 a 1,8 m.a.
 - **Homo ergaster.** Su esqueleto es ya similar al humano, son recolectores y cazadores, utilizan herramientas de piedra y abandonan África hará 1,9 m.a. Se extienden desde 1,9 a 1,2 m.a.
 - **Homo erectus.** Se extiende por Asia desde 1 a 0,1 m.a. Utiliza el fuego.
 - **Homo antecesor.** Se extiende desde 1 a 0,75 m.a. Fue descubierto en Atapuerca y se suponen los primeros europeos. Surgió en África, se extendió por Asia y llega a Europa donde da lugar a **Homo heidelbergensis** que se considera el precursor de los neandertales europeos. La población que quedó en África evoluciona hasta **Homo rhodesiensis** y **Homo sapiens** que hace 100.000 años salió del continente y colonizó toda la Tierra.
 - **Homo neanderthalensis.** Aparece desde 300.000 hasta 28.000 años. Coexistió con el hombre actual y se cree que pudo hibridarse con tal.



Cuestiones de repaso. Tema 4.

- 1) ¿Qué características debe presentar todos los seres vivos?
- 2) ¿Por qué el creacionismo no tiene cabida en el campo de la ciencia?
- 3) ¿En qué consiste la teoría de la generación espontánea? ¿Puede considerársela una teoría científica?
- 4) ¿Qué indica la teoría de la panspermia? ¿Qué opinas al respecto?
- 5) ¿Cómo se formó la “sopa primitiva” según la teoría de Oparin? ¿Cómo surgieron los coacervados?
- 6) ¿Hasta qué momento de la evolución biológica intenta explicar dicha teoría?
- 7) ¿Cómo es apoyada por el experimento de Miller?
- 8) ¿Cómo surgieron los distintos tipos de células procariotas existentes hace 2000 m.a?
- 9) ¿Qué indica la teoría endosimbiótica de Lynn Margulis? Explica según la misma la aparición del núcleo, los flagelos, las mitocondrias y los cloroplastos.
- 10) ¿En qué se basa dicha teoría?
- 11) Compara los puntos de vista fijista y evolucionista para explicar la diversidad actual de especies.
- 12) ¿Cómo interpretan ambos la existencia de fósiles de especies de seres diferentes a los actuales?
- 13) ¿Por qué Linneo, aún siendo el principal científico fijista de la época, abrió la puerta a las teorías evolutivas?
- 14) Investiga sobre la clasificación taxonómica del elefante y del olivo.
- 15) ¿Qué quiere decir Lamarck con su conocida frase “La función crea al órgano”?
- 16) ¿Por qué su teoría es conocida como transformismo? ¿Cuál es el aspecto incierto de la misma?
- 17) Explica cómo actúa la selección natural según la teoría de Darwin.
- 18) ¿Cuáles son las causas de la variabilidad según el Neodarwinismo? ¿Cuál es la principal y más importante para determinar la influencia ambiental?
- 19) ¿Qué fases distinguimos en el proceso de especiación? Investiga y explícalas con algún ejemplo.
- 20) ¿En qué se diferencian los procesos de macroevolución y microevolución?
- 21) ¿Qué nos dice la teoría del equilibrio interrumpido o puntualismo? ¿Por qué se considera la más aceptada actualmente?
- 22) Diferencia entre órganos homólogos, análogos y vestigiales. Indica ejemplos.
- 23) ¿Qué es *Archeopteryx lithographica*? ¿Cuál es su importancia a nivel evolutivo?

24) Estudia la clasificación taxonómica y la evolución de la especie humana.

- a. ¿Cuáles son los grandes monos antropomorfos con los que estamos emparentados?
- b. ¿A qué grupo taxonómico pertenecen?
- c. ¿Qué es un homínido? ¿Qué géneros forman parte de esta familia?
- d. ¿Cuál es la otra especie humanoide que coexistió con el hombre actual?
- e. Representa un árbol evolutivo simplificado de la evolución de nuestra especie.

25) ¿Cuál es la importancia del Homo antecesor encontrado en la Sierra de Atapuerca? ¿Por qué son tan importantes estos yacimientos?

26) La semejanza entre el ADN humano y el de chimpancé es del 98 %. Sin embargo mientras nuestra especie posee 46 cromosomas el número cromosómico del chimpancé es 48.

- a. ¿Cómo se explica esta aparente contradicción en la similitud del material genético?
- b. ¿En qué tipo de pruebas evolutiva se basaría este hecho?
- c. ¿Qué mecanismo evolutivo se ha producido?

27) Investiga. “Nuestros primos los neandertales”

28) Investiga. “¿Quién es solitario George?”

29) La mariposa *Biston betularia*.

30) Los pinzones de Darwin.